RADIOLOGISCHE ERGEBNISSE DER INTERTROCHANTEREN VARISIERUNGSOSTEOTOMIE BEIM ERWACHSENEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Paul Kretz

1979

Aus der Orthopädischen Klinik der Universität München
Direktor: Prof.Dr. A.N. Witt

RADIOLOGISCHE ERGEBNISSE DER INTERTROCHANTEREN VARISIERUNGSOSTEOTOMIE BEIM ERWACHSENEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Paul Kretz
aus
Ingolstadt

München 1979

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof.Dr. H.J. Refior

Mitberichterstatter: Prof.Dr. A.N. Witt

Dekan: Prof.Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 23. 10. 1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

A. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

1. Historische Entwicklung 1
2. Bisher verwendete Techniken 3
3. Heute verwendete Technik 3
4. Operatives Vorgehen 4
5. Die biomechanischen Grundlagen 5

B. MATERIAL UND METHODEN

1. Eigenes Krankengut 13
2. Methodik
   a) Gemessene Winkel und die dabei angewandten Meßtechniken 16
   b) Pathologische Röntgenzeichen und ihre Erfassung 18

C. ERGEBNISSE

1. CCD-Winkel 20
2. CE-Winkel 23
3. Gelenkspalt 25
4. Sklerosesaum 26
5. Kopf- und Pfannencysten 27
6. Kopf- und Pfannenosteophyten 29

Seite

D. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

1. CCD-Winkel 30
2. CE-Winkel 32
3. Gelenkspalt
   a) Das Verhalten des Gelenkspalts im Vergleich mit anderen Autoren 34
   b) Echte Knorpelregeneration oder Täuschung 40
4. Sklerosesaum 43
5. Cysten 45
6. Osteophyten 47
7. Vergleich der ITVO beim Erwachsenen mit anderen intertrochanteren Osteotomien 48
8. Gesamtbeurteilung 50

E. ZUSAMMENFASSUNG 53

F. LITERATURVERZEICHNIS 54

A. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

1. Historische Entwicklung

Das Wort Osteotomie für die operative Durchtrennung eines Knochens geht auf A. v. Mayer (24) von Würzburg zurück. Wahrscheinlich hat er auch als erster Deutscher Osteotomien durchgeführt. Die erste erfolgreiche korrigierende Femurosteotomie scheint der Amerikaner Rhea Barton (4) aus Lancaster durchgeführt zu haben.

Nach Beginn der Asepsisära erschienen eine Reihe von Arbeiten über Knochendurchtrennungen. Das Hauptgewicht lag auf zwei technischen Momenten: der Art der Fixierung der Knochenfragmente in der erwünschten Stellung und dem Problem der exakten Korrektur der Fehlstellung in verschiedenen Ebenen. Letzteres ist bis heute noch nicht einheitlich gelöst. Erstmals 1872 berichtet der Engländer Gant (10) in Europa über hüftgelenknahe Osteotomien. Kirmisson (20), der Erfinder der Richtungsosteotomie, versuchte als erster, mit der Osteotomie nicht nur eine Knochenfehlstellung zu korrigieren, sondern eine Gelenkmißbildung funktionell zu verbessern. Er wies 1900 auf die mögliche knöcherne Abstützung am Becken nach subtrochanteren Osteotomien bei veralteten Hüftluxationen hin. In Deutschland befaßten sich hauptsächlich v. Bayer (3), Lorenz (22) und Schanz (37) mit dieser Frage.

Mc Murray (27) versuchte durch Entlastung des Hüftgelenks auch verschiedene Formen der Coxarthrose günstig

zu beeinflussen. Er osteotomierte in der Intertrochantergegend schräg und versuchte durch Verschiebung des Femurschafts nach innen eine direkte Abstützung unter dem Acetabulum auf Höhe des Ligamentum transversum zu erzielen. Die intertrochantere Varisierungsosteotomie schließlich wurde von Pauwels (31) beschrieben. Er führte seine Osteotomien nur in der Frontalebene aus. Beim Erwachsenen verzichtete er auf eine Antetorsionskorrektur. Zunächst versuchte er, die Belastungsverhältnisse am Hüftgelenk durch subtrochantere Ab- und Adduktionsosteotomien kausal zu beeinflussen.

Grundsätzlich erstreckt sich der Anwendungsbereich der intertrochanteren Osteotomien auf alle Fehlstellungen im Hüftgelenk, die auf diese Weise günstig beeinflußt bzw. korrigiert werden können. In geradezu idealer Weise eignet sich die Coxa valga für diesen Eingriff. Die intertrochantere Varisierungsosteotomie ist im genannten Bereich eine geeignete Methode zur Prophylaxe der Coxarthrose. Eine Korrektur der Antetorsion und der Coxa valga versuchte Zahradnicek (45) durch eine pertrochantere Osteotomie, später Keyl (19) durch eine paratrochantere Knochendurchtrennung am Schenkelhals und Bernbeck (5) durch eine schräge intertrochantere Osteotomie zu erzielen. Die Methode Bernbecks mit ihren Abwandlungen fand Anwendung bei der kindlichen Coxa valga und Antetorsion sowie der residuellen Subluxation und Luxation bei kleinen Kindern.

2. Bisher verwendete Techniken

Bei der von Pauwels verwendeten Technik wurden die Fragmente mit einer U-Drahtschlinge und einem speziell konstruierten Nagel von 20 cm Länge mit einem breiten Kopf fixiert. Er führte diesen Nagel wie einen Küntschernagel in das Trochantermassiv und in den Medullarraum hinein. Eine Abwandlung dieser Technik bestand darin, die Osteotomiestelle nach Einziehen eines U-förmigen Zuggurtungsdrahtes an der Außenseite der Fragmente mit zwei bis drei dicken Kirschnerdrähten zu spicken. Während der U-Draht die Osteotomieflächen zusammenhielt, fixierten die Kirschnerdrähte die Rotation. Diese Fixierung reichte jedoch nicht aus, um die Ruhigstellung der Extremität während 6 - 7 Wochen zu umgehen.

Eine bessere Fixierung gewährleistete die Nagelplatte nach Bosworth, deren Anwendungsbereich sich zwar auf alle Arten der Verschiebungsosteotomien erstreckte, die sich jedoch nicht für eine stärkere Varisierung eignete.

3. Heute verwendete Technik

Das heute angewandte Prinzip der Druckosteosynthese bedeutet einen grundlegenden Fortschritt in der Hüftchirurgie. Die stabile Fixierung der Fragmente mit der AO-Winkelkompressionsplatte bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich. Durch frühzeitige, aktive, schmerzfreie Mobilisierung der Gelenke kann bisher unvermeidlichen

nachteiligen Begleiterscheinungen der postoperativen Phase wie Muskelatrophien entscheidend vorgebeugt werden. Durch den Wegfall der Gipsfixation und die frühe Übungsmöglichkeit läßt sich der durchschnittliche Klinikaufenthalt der Patienten wesentlich verkürzen. Zudem hat die Präzision der Eingriffe durch Verwendung des AO-Instrumentariums, so der Zielgeräte und des Plattensitzinstruments, wesentlich zugenommen. Letzteres weist das gleiche Profil auf wie die Klinge der Winkelplatten und erlaubt die exakte Vorbereitung des Plattensitzes im Schenkelhals. Mit Hilfe des Zielgerätes, das auf dem Plattensitzinstrument montiert werden kann, läßt sich dessen richtige Lage bestimmen. Durch die zusätzliche Anwendung von Meßdreiecken ist die zuverlässige Bestimmung von 3 Ebenen im Raum während der Operation möglich geworden. Die richtige Vorbereitung spielt bei der intertrochanteren Varisierungsosteotomie eine wesentliche Rolle. Zur exakten Planung gehört die Anfertigung einer Operationsskizze an Hand der zwei Standardaufnahmen und einer Funktionsaufnahme.

4. Operatives Vorgehen

Am Beginn des operativen Vorgehens steht eine übersichtliche Darstellung der Intertrochantergegend. Dies geschieht durch den seitlichen Haut- und Faszienschnitt und dem Eingehen auf den Oberschenkelknochen dorsal vom M. vastus lateralis nach Einführung von drei Hohmannhaken.

Zur Bestimmung der Schenkelhalsachse wird ein Kirschnerdraht über den ventrocaudalen Bereich des Schenkelhalses gelegt und seine Spitze in die Schenkelkopfkalotte eingeschlagen. Er gibt die Richtung der Schenkelhalsachse an. Ein zweiter Kirschnerdraht wird in den Trochanter major eingeschlagen. In der Sagittalebene liegt er parallel zum ersten Kirschnerdraht, so daß er genau in der Mitte des Schenkelhalses zu liegen kommt. In der Frontalebene wird seine Richtung durch die obere Kante eines Meßdreiecks angegeben, die gleichzeitig den wünschenswerten Varisierungsgrad anzeigt. Das Plattensitzinstrument wird parallel zu diesem zweiten Kirschnerdraht in den Schenkelhals eingeschlagen, wobei die Lasche des Zielgerätes parallel zum Oberschenkelschaft liegt. Mit der Oszillationssäge wird die intertrochantere Osteotomie parallel zum Plattensitzinstrument möglichst proximal angelegt. Nach dem Kippen des Schenkelkopffragmentes kann das Ganzkeilknochendreieck mit medialer Basis abgesägt werden. Nach dem Herausschlagen des Plattensitzinstrumentes mit dem Schlitzhammer wird die mit dem Einschlaginstrument fixierte Platte eingeschlagen. Anschließend werden die Osteotomieflächen mit Hilfe eines Spanngerätes oder durch selbstspannende Platten unter Druck gebracht.

5. Die biomechanischen Grundlagen

Die intertrochantere Varisierungsosteotomie stellt unter den hüftnahen Osteotomien und hier wiederum unter

den intertrochanteren Osteotomien den Eingriff dar, dem Dank Pauwels' (32) eine kausal theoretische Begründung zu Grunde liegt. Er hat die Coxarthrose begriffen als biomechanisches Problem, letztlich beruhend auf dem Mißverhältnis zwischen der mechanischen Beanspruchung des Hüftgelenks einerseits und der Resistenzfähigkeit des Knorpel- und Knochengewebes andererseits. Für die direkte therapeutische Beeinflussung der biologischen Komponente dieses Mißverhältnisses kann heute noch wenig getan werden. Die mechanischen Verhältnisse des Hüftgelenks jedoch hat Pauwels eingehend analysiert und damit die Grundlage einer kausalen Therapie geschaffen. Um die Wirkung einer solchen Therapie zu verstehen, muß man von der normalen Beanspruchung des Hüftgelenks ausgehen. Die Gesamtheit der auf das Hüftgelenk einwirkenden Kräfte wird zusammengefaßt unter dem Begriff des Gelenkdrucks. Für die Größe und Verteilung des Gelenkdrucks sind drei Faktoren maßgebend:

1. der statische Druck beim Gehen, der intermittierend wirkt,
2. der durch den Muskeltonus bedingte Druck, der ständig wirkt, und
3. die Größe der gedrückten, also die Größe des Anteils der Gelenkfläche, auf den der Druck übertragen wird.

Die erste der drei genannten Komponenten spielt bei der Ätiologie der von uns ausgewerteten ITVO- Coxarthrosen

die größte Rolle, wie noch zu zeigen ist. Pauwels (32,33) ging bei seinen Studien zur Beanspruchung des Hüftgelenks von den Kräfteeinwirkungen während der Standbeinperiode des Ganges aus, also der Phase des statisch intermittierenden Druckes beim Gehen, weil der Schenkelkopf seine größte Beanspruchung während dieser Periode erfährt. Die hierbei auf den Knochen wirkende Kraft ist die resultierende aus Muskelkraft und Körpergewicht. Das Körpergewicht ist somit nur die eine Komponente der während der Standbeinperiode auf das Hüftgelenk einwirkenden Kräfte. Diese werden entscheidender bestimmt von der Länge der Hebelarme, über welche Körperschwere und Muskelkraft auf den Drehpunkt einwirken. Bei normalen Verhältnissen ist beim Gehen der Hebelarm der Körperschwere etwa dreimal so lang wie der Hebelarm der Muskelkraft. Damit sich die Kräfte am Drehpunkt die Waage halten, muß die Muskelkraft dreimal so stark sein wie das Körpergewicht. Somit beträgt die Belastung des Schenkelkopfes das Vierfache des um das Gewicht des Standbeines verminderten Körpergewichts. Bei der Coxa valga ist der seitliche Abstand des Trochanter major vom Drehpunkt verkürzt. Diese Verkürzung des Hebelarms der Muskulatur muß zur Erhaltung des Gleichgewichts durch erhöhten Muskelzug kompensiert werden, was eine erhöhte Belastung des Schenkelkopfes zur Folge hat. Bereits eine geringeVerschiebung des Drehpunktes nach außen genügt zur Verkürzung des Muskelhebelarms auf die Hälfte, was

eine Verdoppelung der Belastung des Schenkelkopfes bedeutet. Dieser erhöhte Druck wirkt sich infolge des steileren Auftreffwinkels auf einen kleineren Gelenkbezirk aus (s. 3.).

Zu 2.: Der muskuläre Dauerdruck entsteht durch den Tonus der das Hüftgelenk überbrückenden Adduktoren, Abduktoren und des Iliopsoas. Er kann dann pathologische Ausmaße annehmen und in seiner Wirkung den statisch intermittierenden Druck beim Gehen noch übertreffen, wenn bei einem Reizzustand des Hüftgelenks die Muskelspannung stark erhöht ist.

Zu 3.: Die Größe des tragenden Anteils der Gelenkfläche verhält sich umgekehrt proportional zum Gelenkdruck. Sie hängt ab vom Auftreffwinkel, vom Ausmaß der Integrität des Gelenkknorpels und von der Kongruenz der Gelenkflächen. Der Auftreffwinkel wurde von v. Lanz (21) als der zahlenmäßige Ausdruck der Auslastung der einzelnen Gelenkabschnitte eingeführt. Darunter wird der Winkel verstanden, den die Schenklhalsachse mit der Pfanneneingangsebene bildet. Er beträgt unter normalen Verhältnissen fast 90°. Bei Coxa valga ist dieser Winkel verringert, was eine größere Auslastung eines geringeren Bereichs bedeutet. Eine Verringerung der ausgelasteten Flächen tritt auch bei zu steiler Pfanneneingangsebene bzw. Pfannendachdysplasie ein. Die Integrität des Gelenkknorpels ist von ausschlaggebender Bedeutung für die gleichmäßige Auslastung der einzelnen Gelenkabschnitte, da er durch die Angleichung

der Radien von Kopf und Pfanne die Kongruenz der Gelenkflächen herbeiführt. Unabdingbare Voraussetzung für die Gelenkkongruenz ist darüber hinaus natürlich die Kongruenzstellung von Kopf und Pfanne zueinander.

Eine ungleichmäßige Belastung des Hüftgelenks führt zu einer Schädigung des Gelenkknorpels des überlasteten tragenden Anteils der Gelenkfläche. Die Folge ist eine zunehmende Verringerung der Tragfläche, ein weiterer Schwund des Gelenkknorpels usw.. Die Größe der Tragfläche als Komponente des Gelenkdrucks gewinnt mit dem Auftreten pathologischer Veränderungen auf Grund der sich selbst unterhaltenden Reduzierung zunehmend an Bedeutung.

Pauwels veranschaulicht an einem Beispiel, wie durch eine alleinige Verringerung der Tragfläche in einem Ausmaß, wie sie praktisch beim Hüftgelenk vorkommt, der Gelenkdruck um den Faktor 16 steigt. Eine Unterbrechung des Teufelskreises zunehmende Tragflächenverminderung kann nur erfolgreich sein bei Berücksichtigung der Kausalität des Geschehens.

Die kausale Therapie einer pathologischen Größe und Verteilung des Gelenkdrucks insgesamt, die letztlich zur Ausbildung einer Coxarthrose führen, verlangt jeweils die genaue Kenntnis der Druckverhältnisse. Pauwels hat nun die Bedeutung des Röntgenbildes für die unmittelbare Lösung dieses Problems klar erkannt. Da nach dem Mechanismus der funktionellen Anpassung die Anlagerung von Knochengewebe - im Röntgenbild sichtbar als Verdichtung - der

Größe der Druckspannungen proportional ist, läßt sich an der röntgenologisch sichtbaren Knochenverdichtung am Pfannendach in ihrer Ausprägung unmittelbar die Größe und Verteilung des Gelenkdrucks im Hüftgelenk ersehen. Pauwels demonstrierte diesen Zusammenhang an Hand charakteristischer Röntgenbilder und veranschaulichte die jeweiligen Druckverhältnisse mit Hilfe seines klassischen Beispiels des mehr oder weniger gekippten, mit einer Säule gelenkig verbundenen Balkens.

Die ITVO ist nun als einzige Methode in der Lage, gleichzeitig alle drei genannten für einen erhöhten Gelenkdruck verantwortlichen Komponenten so zu korrigieren, daß sie physiologischen Verhältnissen angeglichen werden. Dies geschieht auf folgende Weise:

1. Durch die dosierte mediale Keilentnahme kommt es zu einer Einwärtsdrehung des Hüftkopfes und seitlichem Abrücken des Trochanter major, was über ein günstigeres Hebelverhältnis von Kraft- zu Lastarm zu einer Reduzierung des statisch intermittierenden Druckes führt.

2. Durch das gleichzeitige Höhertreten des Trochanter major kommt es zur Entspannung der Abduktoren und damit zur Verringerung des muskulären Dauerdrucks.

3. Durch die bessere Zentrierung und Kongruenzeinstellung des Kopfes in der Pfanne und gleichzeitige Entlastung geschädigter und Belastung gesunder Knorpelflächen wird eine bessere Verteilung des Gelenkdrucks auf einen größeren Anteil der Gelenkfläche erreicht.

Darüber hinaus kann im Bedarfsfall durch Zusatzeingriffe wie Adduktorentenotomie und Trochanterversetzung, wie sie bei anderen Methoden unabdingbar sind, der Gelenkdruck weiter reduziert werden.

Alle bisherigen Überlegungen wurden in der Frontalebene angestellt und damit die Antetorsion außer Acht gelassen. Die Korrektur der vermehrten Antetorsion spielt eine entscheidende Rolle bei der angeborenen Hüftdysplasie im Kindesalter. Nur die kombinierte Anwendung von Varisierung und Detorquierung vermag den kausalpathogenetischen circulus vitiosus der Fehlentwicklung der Hüftanlage zu durchbrechen und nach dem Gesetz der funktionellen Anpassung durch Längenwachstum den Wachstumsreiz in physiologische Bahnen zu lenken. Nach abgeschlossenem Wachstum jedoch haben wir nur noch mit reinen Knochenappositions- und -resorptionsvorgängen zu rechnen. Mau (23) schlägt vor, ab dem 15. Lebensjahr zunehmend nur noch die reine Varisierung vorzunehmen. Schlegel (39) gibt an, daß nach dem 8. Lebensjahr im allgemeinen die Antetorsion nicht mehr korrigiert werden kann. Beim Erwachsenen ist nach Pauwels (33) im Allgemeinen eine Derotierung nicht mehr notwendig, sondern nur noch die Voraussetzung zur einfachen ITVO gegeben. Die röntgenologischen Zeichen der im Wesentlichen durch Pfannendysplasie und Coxa valga gestörten Biomechanik sind folgende:

1. Initiale Zeichen sind neben der Gelenkspaltverschmälerung vermehrte Sklerosierung.

2. Mäßige sind dieselben plus Randwulstbildung am Pfannenerker und beginnende Cystenbildung.
3. Mittelgradige Zeichen sind schwere Cystenbildung mit beginnender Kopfverformung.
4. Schwere Zeichen sind umfassende Sklerosierungszonen mit Aufhebung des Gelenkspalts und Kopfentrundung.

Die ITVO ist angezeigt in all diesen Fällen zur Herstellung einer besseren Biomechanik und damit Reduzierung des Gelenkdrucks.

Inwieweit ist es nun gelungen, mit Hilfe der ITVO die gestörte Biomechanik zu verbessern?

Welche Veränderung bzw. Rückentwicklung der genannten röntgenologischen Coxarthrosezeichen vermochte die ITVO zu bewirken?

B. MATERIAL UND METHODEN

1. Eigenes Krankengut

An der Orthopädischen Klinik München wurden von 1968 bis 1976 102 intertrochantere Varisierungsosteotomien beim Erwachsenen nachuntersucht und röntgenologisch ausgewertet. Dieser Eingriff wurde bereits lange vor dieser

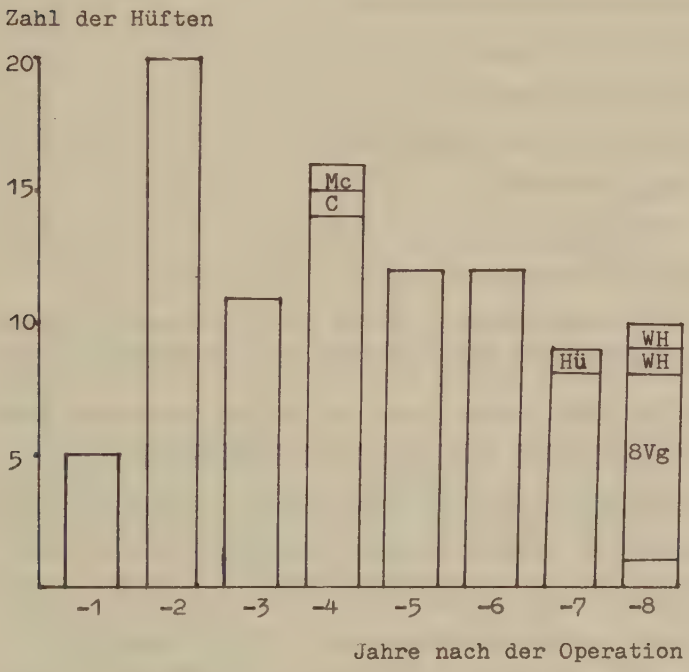


Abb.1. Zeitlicher Abstand zwischen Operation und Nachuntersuchung und die verwendeten Osteosynthesegeräte.

Zeit durchgeführt, jedoch schaffte erst die seit 1968 angewandte Technik, besonders hinsichtlich der postoperativen Fixation, die Voraussetzung für eine vergleichende Auswertung.

Der Nachuntersuchungszeitraum erstreckte sich von 1/2 bis 8 Jahre postoperativ. Die Aufschlüsselung dieser Intervalle nach Jahren geht aus Abbildung 1 hervor, ebenso die verwendeten Osteosynthesegeräte.

Verwendete Osteosynthesegeräte:

89 W (AO-Winkelplatten)

8 Vg (Viernsteingeräte)

2 WH (Wainright-Hammondlaschen)

1 C (Condylenplatte)

1 Hü (Hüftplatte)

1 Mc (Mc Murrayplatte)

Die 102 Hüfteingriffe wurden an 75 Patienten durchgeführt. 27 wurden beidseits operiert. Das Verhältnis von rechts zu links betrug 56 zu 46. Von den Patienten waren 57 weiblich und 18 männlich. Das Mindestalter zum Operationszeitpunkt betrug im Rahmen unserer Nachuntersuchung 18 Jahre. Die älteste Patientin war 59 Jahre alt. Das durchschnittliche Operationsalter lag bei 34,76 Jahren mit einer Standardabweichung von $\pm$ 12,1 Jahren. Die zeitliche Verteilung geht aus Abbildung 2 hervor. Bei beidseitiger Operation betrug der Mindestabstand 1/2 Jahr zwischen erstem und zweitem Eingriff.

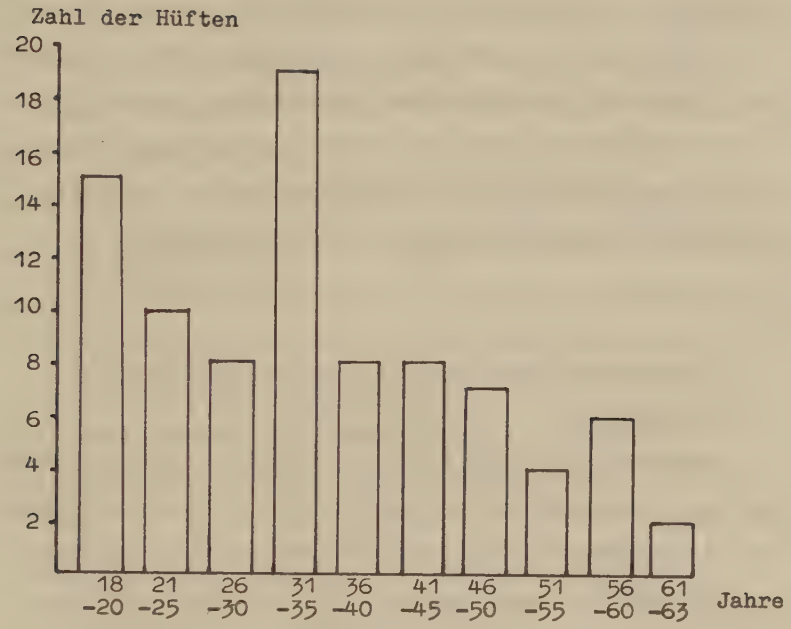


Abb.2. Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation

Die ursprüngliche Diagnose lautete in fast allen Fällen Hüftdysplasie bzw. beginnende oder manifeste Dysplasiecoxarthrose, meist bei gleichzeitig bestehender Coxa valga. Dreimal mußte eine Hüftkopfnekrose festgestellt werden.

Bei ausgeprägter Pfannendachdysplasie ist die ITVO allein nicht in der Lage, eine ausreichende Überdachung des Hüftkopfes zu gewährleisten. In 12 solchen Fällen

wurde als bedeutsamer ergänzender Eingriff eine Beckenosteotomie nach Chiari (6) durchgeführt.

In 20 Fällen war bereits im Kindesalter eine Dysplasie- bzw. eine Luxationsbehandlung durchgeführt worden.

Die durchschnittliche Zeitdauer vom Beginn der Beschwerden bis zum Zeitpunkt der Varisierung betrug 6,4 Jahre mit einer Standardabweichung von $\pm$ 1,8 Jahren.

2. Methodik

a) Gemessene Winkel und die dabei angewandten Meßtechniken

Ausgewertet wurden die Röntgenbilder vor der Operation, nach der Operation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Auf die Bedeutung pathologischer Veränderungen wie vermehrte Sklerosierung, Cystenbildung, Osteophytenbildung und Gelenkspaltverschmälerung als Kriterien für das Ausmaß der gestörten Biomechanik bzw. das Coxarthrosestadium wurde bereits hingewiesen.

Zur möglichst frühzeitigen Erfassung und zur gezielten operativen Korrektur einer gestörten Biomechanik bedarf es allerdings der Orientierung an den physiologischen Verhältnissen mit Hilfe geeigneter, unter standardisierten Bedingungen vergleichbarer Meßgrößen.

Von den von verschiedenen Autoren angegebenen Meßverfahren zur möglichst objektiven Beurteilung von Röntgenbildern kamen für unsere Belange folgende zur Anwendung:

1. Centrumeckenwinkel: Der CE-Winkel nach Wiberg (44) wird gemessen zwischen einer Parallelen zur Körperachse und der Verbindungslinie Schenkelkopfmittelpunkt und äußere Pfannenecke. Er gilt als Maß für die Überdachung des Schenkelkopfes.

Wiberg fand bei der Ausmessung der Aufnahmen von 200 normalen Hüftgelenken von Erwachsenen einen durchschnittlichen CE-Winkel von 26 Grad und mehr. Jentschura (17) überprüfte die Methode Wibergs und stimmte mit ihm darin überein, daß die Grenze zwischen normalem und pathologischem Schenkelkopf-Pfannendach-Verhältnis bei CE-Winkelgrößen zwischen 20 und 25 Grad liegt, wobei Werte unter 20 Grad als pathognomonisch für eine Hüftdysplasie gelten.

2. Centrum-Collum-Diaphysenwinkel: Als CCD-Winkel wird der Winkel bezeichnet, den die Längsachsen des Schenkelhalses und Schenkelschaftes miteinander bilden. Der auf unseren Aufnahmen unter standardisierten Bedingungen gefundene Winkel ist ein projizierter Wert, der allgemein als Maß Verwendung findet. Der reelle CCD-Winkel kann zwar mit Hilfe der Innenrotations-Abduktionsaufnahme ermittelt werden, ist aber für unsere Bewertung bedeutungslos, da ja die in den CCD-Winkel eingehende Antetorsion bei der ITVO des Erwachsenen unberücksichtigt bleibt. Der normale CCD-Winkel beim Erwachsenen beträgt durchschnittlich etwa 128 Grad. Werte deutlich darüber

finden wir bei der Coxa valga.

Für die Messung der Winkel und zur Bestimmung des Kopfmittelpunkts benutzten wir das von M.E. Müller (26) entwickelte Röntgenischiometer.

b) Pathologische Röntgenzeichen und ihre Erfassung

3. Kopfradius: Zur Messung des Kopfradius und weiterer Parameter im Vektorensystem wurde von uns ein eigenes Gerät entwickelt: In eine durchsichtige Plexiglasscheibe wurden um einen Mittelpunkt konzentrisch Kreise mit zunehmendem Radius von jeweils einem Millimeter eingelassen. Dieses Kreissystem wurde durch vom Mittelpunkt ausgehende Vektoren in 24 gleichmäßige Sektoren unterteilt, die somit jeweils 15 Winkelgrade umfassen. Die Vektoren wurden nun von 0 bis 23 durchnumeriert. Dieses Instrument wurde mit dem Hüftkopf so zur Deckung gebracht, daß die Mittelpunkte zusammenfielen und der Vektor 0 senkrecht nach oben zeigte. Die Vergleichbarkeit der im Vektorensystem gemessenen Werte von rechten und linken Hüftgelenken wurde dadurch erreicht, daß das Meßinstrument bei rechten Hüftgelenken mit der Zahlenreihe im Uhrzeigersinn, bei linken Hüftgelenken gegen den Uhrzeigersinn angelegt wurde. Die einzelnen Radien wurden gemessen und in der jeweiligen Vektorenzuordnung festgehalten.

4. Gelenkspalt: Beim Gelenkspalt wurde in derselben Weise vorgegangen. Darüberhinaus wurde der Gelenkspalt

nach dem Gesichtspunkt regelmäßig bzw. unregelmäßig begrenzt beurteilt.

5. Sklerosesaum: Im Vektorensystem wurde das Maximum sowie die Ausdehnung des Sklerosesaums erfaßt.

6. Cysten: Es wurden sowohl die Pfannen- wie auch die Kopfcysten zu den verschiedenen Zeitpunkten zahlenmäßig erfaßt und in einer schematischen Darstellung im Vektorensystem aufgezeichnet.

7. Osteophyten: Die Kopf- und Pfannenosteophyten wurden cranial und caudal rein zahlenmäßig erfaßt.

Die Standardabweichung wurde nach folgender Formel berechnet:

$$s = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Hierbei bedeuten:

x_i = Einzelwerte (x_1; x_2; x_3; x_4; .. x_n)

$\bar{x}$ = Mittelwert aus allen Einzelwerten

C. ERGEBNISSE

1. CCD-Winkel

Der Durchschnittswert für den präoperativen CCD-Winkel betrug 138 Grad mit einer Standardabweichung von ± 9,3 Grad. Unmittelbar postoperativ wurde ein Durchschnittswert von 117 Grad (s ± 10,3 Grad) erreicht. Der durchschnittliche Varisierungsgrad, der zahlenmäßig dem Winkelwert des entnommenen Keiles entspricht, betrug somit 21 Grad. Der Wert zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag bei 118,5 Grad (s ± 9,3), also um 1,5 Grad über dem Operationsergebnis.

Die Verteilung der prä- und postoperativen CCD-Winkelwerte geht aus Abbildung 3 und 4 hervor.

In Abbildung 5 wurden der präoperative CCD-Winkel und der jeweils notwendig gewordene Varisierungsgrad zueinander in Beziehung gesetzt. Die Streuungspunkte des Diagramms liegen sehr unregelmäßig verteilt. Bestünde eine funktionelle Korrelation, so müßten die Punkte dem Bereich einer Diagonalen zwischen den Koordinaten angenähert sein.

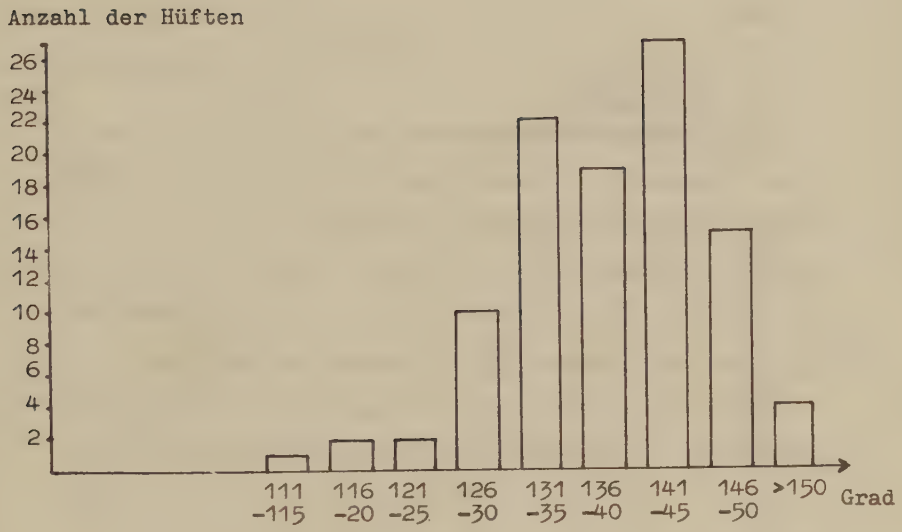


Abb.3. Die Verteilung des CCD-Winkels vor der Operation

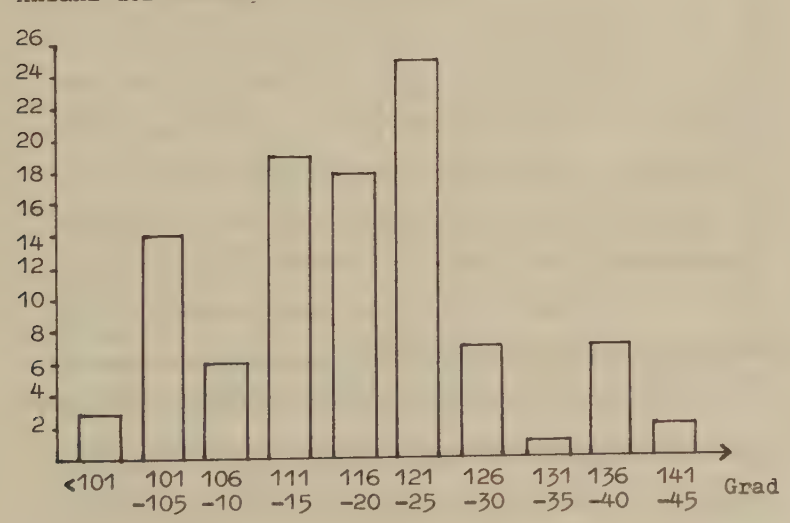


Abb.4. Die Verteilung des CCD-Winkels nach der Operation

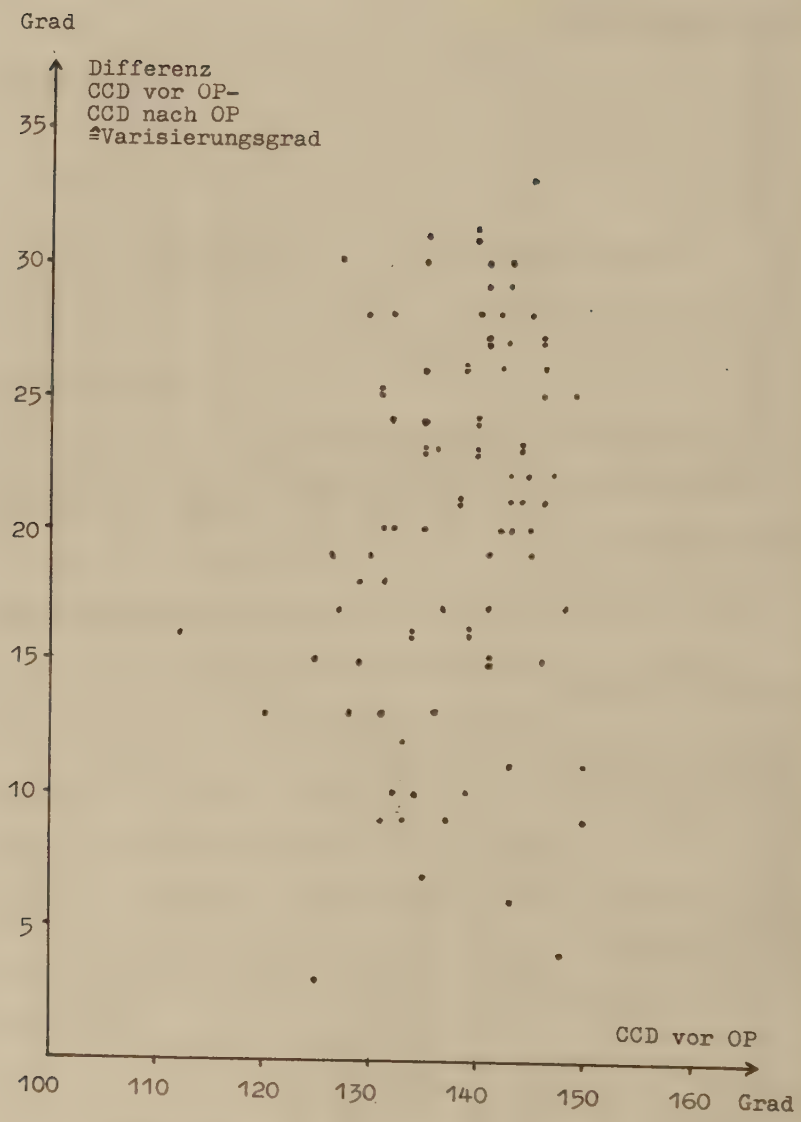


Abb.7. Abhängigkeit des Varisierungsgrades (entspricht dem Winkelwert der Keilentnahme) vom präoperativen CCD-winkel

2. CE-Winkel

Der durchschnittliche präoperative CE-Winkel nach Wiberg lag bei 20,23 Grad mit einer Standardabweichung von ± 9,9 Grad. Dieser Wert liegt im unteren Randbereich des Grenzbereichs zur Dysplasie. Mit einbezogen in diesen Durchschnittswert sind jene 12 Hüftgelenke, bei denen auf Grund der unbefriedigenden Überdachungsverhältnisse gleichzeitig eine Beckenosteotomie nach Chiari durchgeführt wurde. In diesen 12 Fällen allein betrug der durchschnittliche präoperative CE-Winkel 8,66 Grad.

Läßt man diese ausgesprochen pathologischen Werte aus der Betrachtung heraus, so resultieren bei den übrigen Hüftgelenken mit 21,77 Grad immer noch CE-Winkelwerte im Grenzbereich zur Dysplasie.

Die Beckenosteotomie nach Chiari bewirkt eine willkürliche Vergrößerung des CE-Winkels, die nur bedingt vergleichbar ist mit der Veränderung des CE-Winkels durch die Varisierung und entsprechend anders bewertet werden muß. Die Ergebnisse müssen daher nach der Art der Eingriffe aufgeschlüsselt werden. Eine Zusammenstellung aller CE-Winkelwerte erfolgte in Tabelle 1.

Varisierung ohne Chiari: Hier betrug der durchschnittliche postoperative Wert 22,45 Grad (s ± 9,4 Grad), was einer durchschnittlichen Zunahme gegenüber demselben Kollektiv vor der Operation von 0,68 Grad bedeutete.

Dieser Wert vergrößerte sich bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung um weitere 1,03 Grad auf 23,48 Grad.

Beckenosteotomie nach Chiari: Hierbei kam es durch die Operation zu einer Zunahme des CE-Winkels um 18,84 Grad auf 27,5 Grad. Bei der Nachuntersuchung wurden 29,36 Grad gemessen, das heißt 1,86 Grad mehr als postoperativ.

Gesamtresultat aller 102 operierten Hüftgelenke: Nach der Operation betrug der durchschnittliche CE-Winkel 22,95 Grad (s ± 9,3 Grad), das sind 2,72 Grad mehr als vor der Operation. Eine weitere Zunahme von 0,85 Grad bis zur Nachuntersuchung brachte das Gesamtresultat von 23,8 Grad (s ± 9,9 Grad).

Tab.1. Das Verhalten des CE-Winkels vor und unmittelbar nach der Operation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (NU) mit Aufschlüsselung nach Art des Eingriffs.

	Vor OP	Nach OP	NU
90 ITVO ohne Chiari	21,77°	22,45°	23,48°
12 ITVO mit Chiari	8,66°	27,5°	29,36°
Gesamtergebnis	20,23°	22,95°	23,8°
Standardabweichung	9,9°	9,3°	9,9°

3. Gelenkspalt

Eine Zusammenstellung aller gemessenen Gelenkspaltwerte befindet sich in Abbildung 6.

Die durchschnittliche präoperative Gelenkspaltbreite aller Hüftgelenke betrug 3,58 mm mit einer Standardabweichung von ± 1,4 mm. Zur Errechnung dieses Wertes wurde zunächst der Durchschnittswert für jedes einzelne Hüftgelenk an Hand der Einzelvektorwerte ermittelt. Unmittelbar nach der Operation betrug die durchschnittliche Gelenkspaltbreite aller Hüftgelenke 4,09 mm (s ± 1,19 mm), zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 4,3 mm (s ± 1,09 mm).

Zur Beurteilung der cranialen Gelenkspaltverhältnisse wurde Vektor O herangezogen. Dort betrug die durchschnittliche Gelenkspaltbreite vor der Operation 3,78 mm mit einer Standardabweichung von ± 1,54 mm, im Anschluß an die Operation 3,85 mm (s ± 1,35 mm) und bei der Nachuntersuchung 4,08 mm (s ± 1,26 mm).

Im Pfannenzentrum bei Vektor 3 war der Gelenkspalt präoperativ im Durchschnitt 4,36 mm breit. Die Standardabweichung betrug ± 1,45 mm. Der postoperative Wert war 3,89 mm (s ± 1,27 mm) und der Wert bei der Nachuntersuchung 3,95 mm (s ± 1,17 mm).

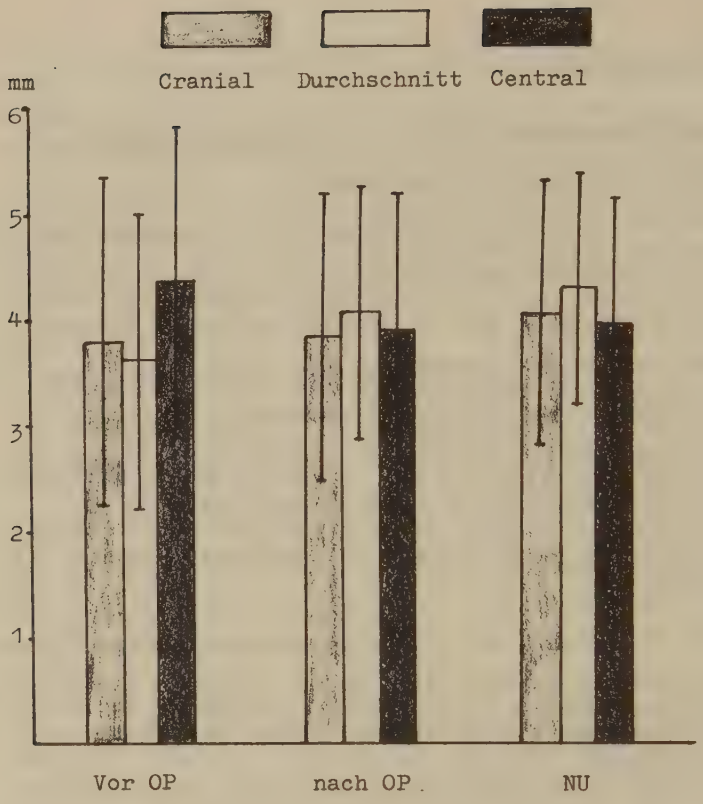


Abb.6. Die durchschnittliche Gelenkspaltbreite mit Standardabweichung zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten cranial (bei Vektor 0), im gesamten Gelenkspaltbereich und central (bei Vektor 3).

4. Sklerosesaum

Bei der Ausdehnung des Sklerosesaums kam es bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zu folgenden Veränderungen:

Eine Abnahme des Sklerosesaums erfolgte bei 6 Patienten. Bei 5 Patienten hiervon betrug die Abnahme 1 Segment, bei einem 2 Segmente. Zu einer Zunahme des Sklerosesaums kam es bei 33 Patienten, davon um 1 Segment in 28 Fällen und um 2 Segmente in 5 Fällen.

Von den 12 Fällen mit zusätzlicher Beckenosteotomie nach Chiari kam es 9 mal zu einer Verbreiterung des Sklerosesaums, 5 mal um 1 Segment und 4 mal um 2 Segmente.

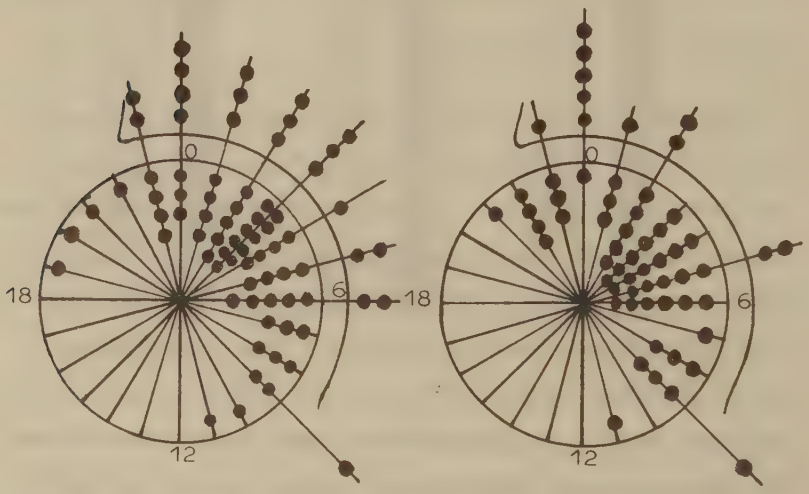
5. Kopf- und Pfannencysten

Die Verteilung von Kopf- und Pfannencysten vor der Operation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung geht aus Abbildung 7 hervor. In dieser graphischen Darstellung erscheint nicht streng numerisch eine graue Scheibe für eine Cyste. So wurde der verschiedenen Größe cystischer Bereiche dadurch Rechnung getragen, daß entsprechend viele Scheiben im zugehörigen vektoriellen Bereich aufgetragen wurden. Dementsprechend kann in der graphischen Darstellung nicht unterschieden werden zwischen einer großen Cyste und einem umschriebenen Bereich kleiner Cysten gleicher Größenordnung.

Im Kopfbereich stehen 54 Cystenäquivalente vor der Operation 48 bei der Nachuntersuchung gegenüber. Dies ist ein Rückgang um 11,1%. Das Verschwinden von Kopfcysten erfolgte vor allem in den Randbereichen.

Im Bereich des Pfannendachs kam es zu einem Rückgang der Cystenäquivalente von 21 auf 12, also um 42,8%. Hier lag das Maximum der Cystenreduktion im Pfannenzentrum bei Vektor 3 und 4.

Die Prozentwerte der Cystenregression sind Absolutwerte, aus denen der Anteil rückgebildeter Cysten nicht hervorgeht, der durch andere neu entstandene aufgewogen wird.



Vor OP NU

Abb.7. Die Verteilung von Kopf- und Pfannencysten vor der Operation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

6. Kopf- und Pfannenosteophyten

Eine Zusammenfassung der Entwicklung von Kopf- und Pfannenosteophyten befindet sich in Tabelle 2.

Am Pfannenerker wurden vor der Operation in 41 Fällen Osteophyten festgestellt, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 45 mal. Diese absolute Zunahme um 4 schlüsselt sich wie folgt auf: 4 mal kam es zum Verschwinden, 8 mal zum Neuauftauchen von Pfannenosteophyten.

Im gesamten Kopfbereich - sowohl cranial als auch caudal - gab es vor der Operation 36 Osteophyten, bei der Nachuntersuchung 45. Diese Gesamtzunahme um absolut gesehen 9 Osteophyten resultiert aus der Differenz 11 neu aufgetauchter und 2 verschwundener Osteophyten.

Tab.2. Das Verhalten der Osteophyten an Pfanne und Kopf vor der Operation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mit Aufschlüsselung nach verschwundenen und neu aufgetauchten Osteophyten.

Anzahl der Osteophyten	vor OP	NU	Verschwunden	Neu
Pfannenerker	41	45	4	8
Kopf cranial und caudal	36	45	2	11

Die Abbbildungen 8 bis 10 jeweils a bis c demonstrieren 2 gute und ein mäßiges radiologisches Ergebnis.

D. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

1. CCD-Winkel

Es ist auffallend, daß eine durchschnittliche Überkorrektur des CCD-Winkels von 10 Grad erfolgte gemessen am altersphysiologischen CCD-Winkel des Erwachsenen. Der altersphysiologische CCD-Winkel wurde also nicht zum obersten Maßstab für die Beseitigung einer gestörten Biomechanik erhoben. Dabei ist zu berücksichtigen, daß zwar der durchschnittliche präoperative CCD-Winkel um 10 Grad über der Norm lag, in dieser Population jedoch eine Reihe von Fällen enthalten sind, wie aus Abbildung 3 ersichtlich, die sich im Normbereich bewegten und einige sogar darunter. In all diesen Fällen wurde eine Varisierung vorgenommen um durchschnittlich 21 Grad, die unabhängig war von dem vorher bestehenden CCD-Winkel. Dies geht aus Abbildung 5 hervor, die das Fehlen einer funktionellen Korrelation zwischen dem präoperativen CCD-Winkel und der notwendig gewordenen Korrektur erkennen läßt.

Für das Ausmaß der Varisierung entscheidend war die Gesamtheit der biomechanischen Gegebenheiten. Für deren Beurteilung wurde eine Funktionsaufnahme in Abduktion zur Beurteilung der optimalen Einstellung des Kopfes in der Pfanne gemacht und mit Hilfe dieser, an Hand

Abb.8a-c. Bei OP [illegible] 57, li [illegible] Patientin vor, nach und 3 bzw. 2 Jahre nach beidseitiger intertrochanterer Varisierungsosteotomie: bds. gute Einstellung des Kopfes in der Pfanne, besonders li deutliche Kongruenzverbesserung mit Entlastung der Pfannenecke

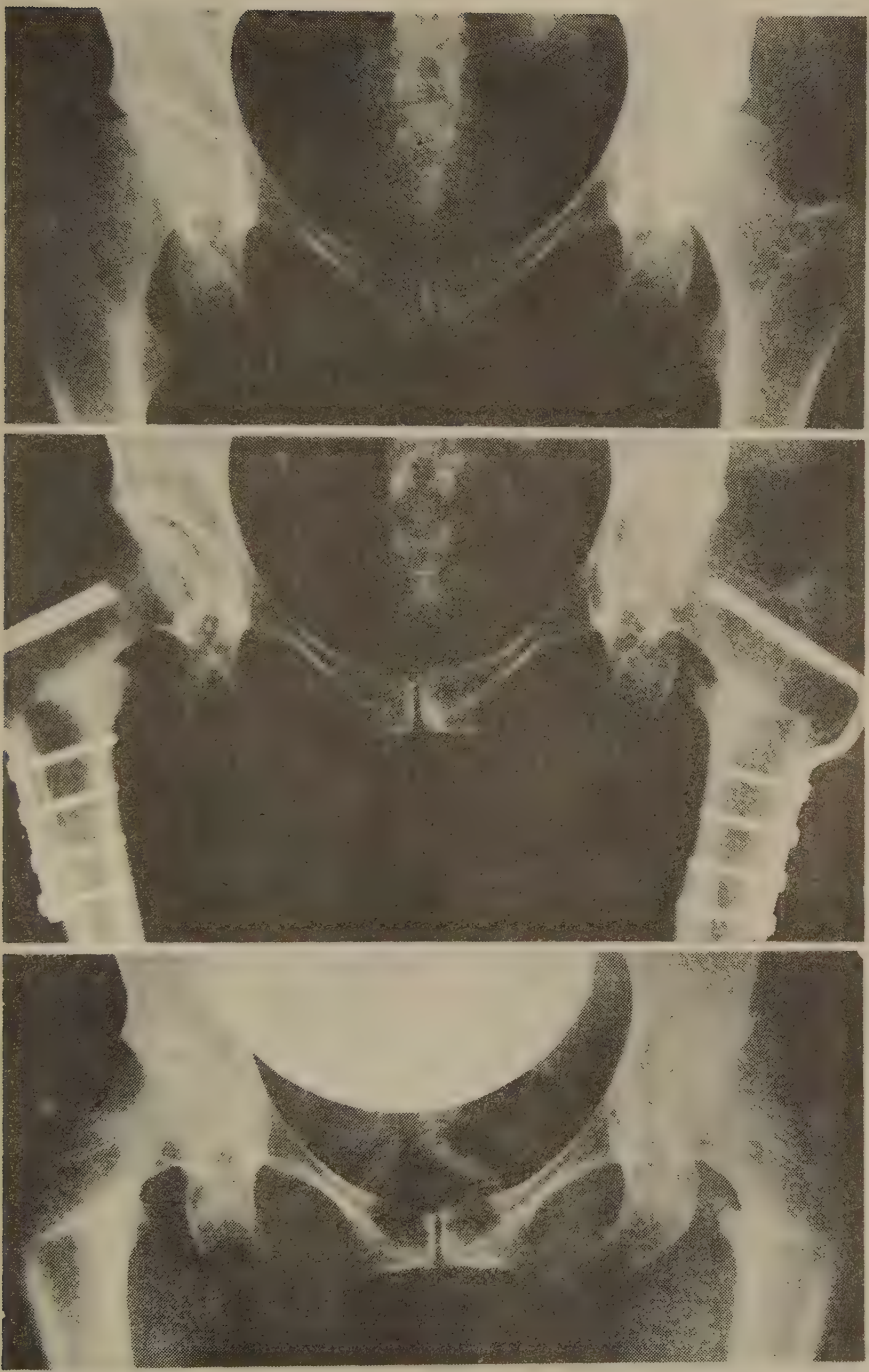


Abb.9a-c. Bei OP re 53, li 52-jährige Patientin 5 1/2 bzw. 4 1/2 Jahre nach beidseitiger ITVO: Weiteres Beispiel für ein erfolgreiches Spätresultat

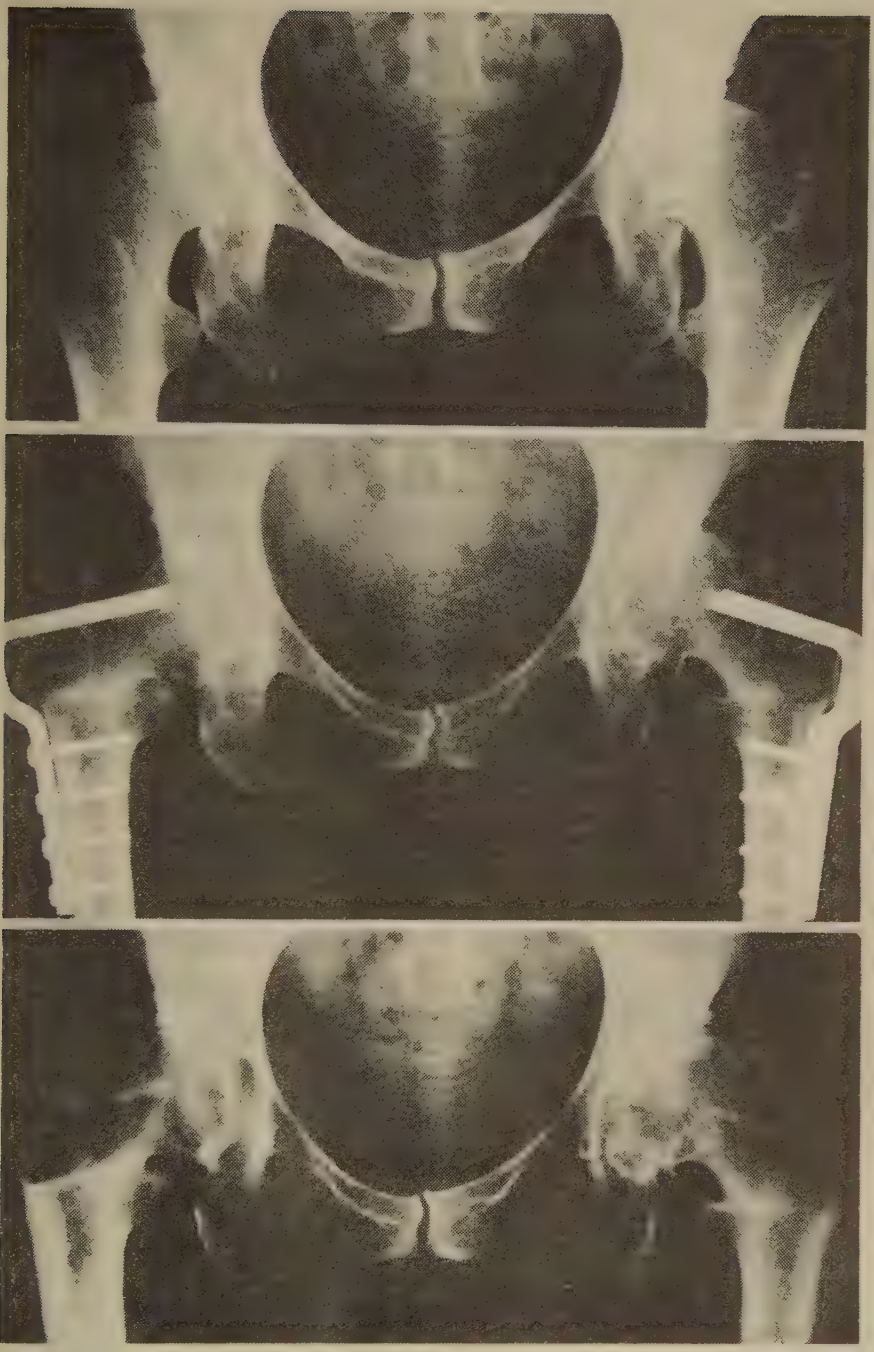


Abb.10a-c. Bei OP 46-jährige Patientin vor, nach und 5 Jahre nach beidseitiger ITVO: unbefriedigendes Spätergebnis bei zu starker Varisierung bds.

einer Skizze, der not wendige Varisierungsgrad ermittelt. Dieses Vorgehen trug den Ausführungen Pauwels (33) über die Beseitigung einer gestörten Biomechanik des Hüftgelenks Rechnung. Dabei bietet sich das genannte Vorgehen zur gleichzeitigen Verringerung verschiedener für den Gelenkdruck verantwortlicher Faktoren an: Zunächst Kongruenzverbesserung der Gelenkflächen unter Sicht und in Abhängigkeit davon Korrektur des CCD-Winkels.

Eine Verringerung des CCD-Winkels unter den physiologischen Wert bedeutet eine zusätzliche Reduzierung des statisch intermittierenden Druckes beim Gehen und somit eine weitere Reduzierung des Gelenkdrucks. Manchmal kann die Aufnahme in Korrekturstellung ergeben, daß eine so starke Varisierung notwendig ist, wie sie nach der Osteotomie nicht ohne Zeichen statischer Insuffizienz verarbeitet werden kann.

Eine leichte Variierung der Wertigkeiten für die definitive Winkelbestimmung finden wir bei Plaaß (36): Zuerst kommt die Position des besten Rotationsspiels, dann die röntgenologische Kongruenz der Gelenkflächen und erst dann die biomechanischen Momente.

Da beim Erwachsenen echte Wachstumsvorgänge am Knochen nicht mehr stattfinden, Veränderungen sich somit auf Knochenappostion und -resorption reduzieren, findet das Pauwels'sche Gesetz der funktionellen Anpassung durch Längenwachstum keine Anwendung.

Eine Revalgisierung beim Erwachsenen ist somit nicht zu erwarten. Wie ist unter diesem Blickwinkel die Zunahme des CCD-Winkels um 1,5 Grad bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gegenüber dem postoperativen Wert zu verstehen? Die naheliegendste Erklärung ist die unvermeidliche meßtechnische Schwankungsbreite zusammen mit der Schwierigkeit der Herstellung exakt reproduzierbarer Röntgenvorlagen: Bereits geringfügige Änderungen der Stellung des Femur schlagen sich in einer meßbaren Abweichung des projizierten CCD-Winkels nieder.

2. CE-Winkel

Durch die ITVO allein (ohne Beckenosteotomie nach Chiari) konnte eine deutliche Vergrößerung des CE-Winkels von 0,68 Grad erzielt werden. Dies bedeutet eine bessere Überdachung und Zentrierung des Hüftkopfes in der Pfanne. Es ist also durch die Varisierung allein möglich, die Überdachung am Hüftgelenk zu verbessern. Allerdings ist dieser Zugewinn bescheiden, mißt man ihn an dem für physiologische Verhältnisse erforderlichen Zuwachs.

Wesentlich günstiger jedoch stellen sich die Verhältnisse dar, betrachtet man den Gesamtzuwachs bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung von 1,71 Grad um weitere 1,03 Grad auf 23,48 Grad, ein Wert, der dem physiologischen schon recht nahe kommt. Die durch die Varisierung induzierte Zunahme des CE-Winkels ist also deutlich

größer als die durch die Operation selbst erfolgte. Dabei sollte neben dem Effekt der fortschreitenden Osteophytenbildung die durch die Funktion dynamisierte bessere Einstellung des Hüftkopfes in der Pfanne nicht unterschätzt werden.

Diese Ergebnisse machen jedoch gleichzeitig deutlich, daß bei ausgeprägter Pfannendachdysplasie mit alleiniger Varisierung keine ausreichende Überdachung erzielt werden kann. In 12 solchen Fällen kam die Beckenosteotomie zur Anwendung. Durch die Lateralisierung des Pfannendaches wird gleichzeitig ein wirksamerer Kraftarm der pelvitrochanteren Muskulatur erreicht und der Lastarm verringert. Das numerische Ergebnis der Beckenosteotomie hinsichtlich des CE-Winkels war ausgezeichnet. Diesbezüglich besteht Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Zenker und Fischer (46). Der durch die Beckenosteotomie bereits deutlich im Physiologischen mit 27,5 Grad befindliche CE-Winkel erfuhr bis zur Nachuntersuchung einen weiteren Zuwachs um fast 2 Grad. Bei diesem Spätzuwachs tritt die Bedeutung der Funktion deutlich hinter dem Osteophyteneffekt zurück. Die numerisch günstigen Operationsergebnisse hinsichtlich des CE-Winkels dürfen jedoch nicht zur Vernachlässigung der prognostisch entscheidenderen operativen Kongruenzeinstellung führen, obwohl sich die volle Kongruenz nach Chiari (7) erst durch die Funktion herstellen kann. Letztere Feststellung

wird bestätigt von Schulze und Krämer (41) in ihrer röntgenologischen Auswertung von 82 Beckenosteotomien nach Chiari.

3. Gelenkspalt

a) Das Verhalten des Gelenkspalts im Vergleich mit anderen Autoren

Bei der Beurteilung der postoperativen Arthroseparameter und insbesondere des Gelenkspalts existieren in der Literatur eine Vielzahl an Betrachtungsweisen, die eine vergleichende Bewertung sehr erschweren. Oft gehen die Ergebnisse in eine Röntgengesamtdarstellung ein. Aber auch bei einer isolierten Betrachtung des Gelenkspalts nach den Kriterien Besserung - Verschlechterung ohne Maßangaben geht nicht hervor, ab welcher Deutlichkeit eine solche Änderung in die Bewertung eingeht. Zum ersten Mal fanden wir bei Hirsch (16) eine exakte meßtechnische Auswertung der Gelenkspaltveränderungen. Seine Ergebnisse beziehen sich jedoch auf die intertrochantere Osteotomie nach Mc Murray.

Einen guten Vergleichs- und Beurteilungsmaßstab der radiologischen Gesamtergebnisse bietet auch die Einordnung in ein Punktesystem nach Maßgabe der Wertigkeit der einzelnen Röntgenparameter und ihrer jeweiligen pathologischen Veränderung.

Auffallend ist die große Differenz der bei verschiedenen Patientenkollektiven gemessenen durchschnittlichen präoperativen Gelenkspaltbreite. 3,58 mm bei unserem Patientengut stehen 2,9 mm bei Hirsch (16) gegenüber. 1,2 mm dagegen bei Schneider (40) sind erstaunlich gering. Es läßt sich aus seinen Ausführungen jedoch nicht erkennen, ob dieser Durchschnittswert über die gesamte Gelenkspaltstrecke oder an kritischen Schmalstellen ermittelt wurde. Eindeutig jedoch läßt dieser Vergleich der Gelenkspaltbreiten den Rückschluß zu, daß es sich bei unserem Patientengut um ein vergleichsweise frühes Coxarthrosestadium handelte.

Bis zur Nachuntersuchung kam es bei Schneider zu einer durchschnittlichen Gelenkspaltverbreiterung auf 2,1 mm, bei Hirsch auf 3,23 mm und bei unserem Patientengut auf 4,3 mm. Es konnte also jeweils ein deutlicher Zuwachs erzielt werden.

Über den jeweils zu erwartenden Zuwachs des Gelenkspalts bei vergleichbarem Eingriff, jedoch verschiedener Ausgangsbreite des Gelenkspalts lassen sich nur Mutmaßungen anstellen. So ist die theoretische Zuwachsmöglichkeit bei sehr schmalem vorbestehendem Gelenkspalt sehr groß im Vergleich zu dem Fall, in dem der vorbestehende Gelenkspalt physiologischen Verhältnissen schon recht nahe kommt. Wie verhält sich jedoch die Regenerationskraft bei hochgradig fortgeschrittener Coxarthrose

mit eingeschränkten Voraussetzungen zur Optimierung der biomechanischen Grundlagen im Vergleich zum relativen Frühstadium?

Aus dem genannten Vergleich unserer Ergebnisse mit denen anderer läßt sich soviel sagen, daß in all diesen Fällen ein deutlicher meßtechnischer Zuwachs erzielbar ist. Daß es sich jedoch nicht nur um einen meßtechnischen, sondern auch einen realen Zuwachs handelt, soll die Hinzuziehung der operativen Ergebnisse belegen. Sowohl bei unserem Patientengut wie auch bei dem von Hirsch liegt der nach der Operation gemessene Wert deutlich über dem präoperativen, jedoch ebenfalls noch deutlich unter dem bei der Nachuntersuchung gefundenen. Das heißt, sowohl durch die Operation wie auch durch die durch sie induzierte Entwicklung ist es zu einer Verbreiterung des Gelenkspalts gekommen. Der durch die bessere Einstellung des Kopfes in die Pfanne mit Gegenüberstellung von weitgehend intakten Knorpelarealen erreichten Gelenkspaltverbreiterung folgt die Zunahme durch Regeneration des Gelenkknorpels.

Andere Autoren, sie sich auf die Beurteilung des Gelenkspalts vom Aspekt her beschränkten, kamen zu folgenden Ergebnissen:

Bei Guilleminet und Lapras (11), die 1960 die Spätergebnisse von 71 Varisierungsosteotomien nach Pauwels

veröffentlichten, gewann bei der Gesamtheit der Fälle, in denen der Gelenkspalt vor der Operation unregelmäßig war, dieser 27 mal einen normalen Aspekt zurück. 9 mal blieb er unregelmäßig. Diese Normalisierung trat sofort ein und war bereits auf den präoperativen Aufnahmen in Abduktionsstellung erkennbar. Nach ihrer Ansicht ist die Qualität des radiologischen Ergebnisses generell eng verknüpft mit dem anatomisch-radiologischen Typ der ursprünglichen Arthrose. Im Hinblick darauf haben sie selbst zwischen vier grundlegenden Typen unterschieden.

Schneider (40) kam bei seinem Kollektiv von 100 Fällen 2 bis 4 Jahre postoperativ außerdem zu folgenden Ergebnissen: 72 mal kam es zu einer Zunahme der Gelenkspaltbreite, 7 mal zu einer Abnahme, 20 mal blieb sie konstant. Ähnlich verhielt es sich mit der Kongruenz des Gelenkspalts. 69 mal kam es zu einer Verbesserung, 9 mal zu einer Verschlechterung, in 18 Fällen gab es keine Veränderung.

Bei Sikora (43) ging das Verhalten der Gelenkspaltbreite in die Röntgengesamtdarstell ng ein. Miteinbezogen in diese Bewertung wurde auch der CCD-Winkel. Es konnten 46% sehr gute Ergebnisse verzeichnet werden, 45% Besserungen, 7% stationäre Fälle und 2% Verschlimmerungen. In all diesen Fällen wurde varisiert.

Bei Heimgartner (14) zeigten 70% aller Gelenkspalte eine gute Evolution. Von den rund 70 präoperativen

Gelenkspaltverengerungen von insgesamt 84 Fällen öffneten sich 40 in den ersten postoperativen Wochen, 8 öffneten sich in den folgenden 4 Jahren noch weiter und 10 wiesen erst nach 1 bis 4 Jahren Zeichen einer Verbreiterung auf. Mehr als 60% der Spalterweiterungen blieben über den Gesamtuntersuchungszeitraum von 4 Jahren konstant.

In der Kontrolluntersuchung von Plaaß (36) über einen Beobachtungszeitraum von durchschnittlich 6 Jahren konnten röntgenologisch bei 50% regenerative Veränderungen mit Verbreiterung des Gelenkspalts nachgewiesen werden. Bei 17% hatten die Destruktionen des Gelenks zugenommen. Bei den übrigen 33% waren keine Veränderungen des Gelenkspalts feststellbar.

Adam (1) berichtete, daß es bei einem Gesamtkollektiv von 55 Hüftgelenken in 38 Fällen zu einer Verbreiterung des Gelenkspalts und Verbesserung der Gelenkkonturen kam. 16 mal gab es keine Veränderungen bzw. ein Fortschreiten des Prozesses und in einem Fall kam es zur Verschlimmerung nach anfänglicher Verbesserung.

Harris (12) stellte die radiologischen Veränderungen getrennt nach Früh- und Spätfällen dar. Dabei kam es zu einer weitgehenden Normalisierung des Gelenkspalts bei 40% der Frühfälle und 5% der Spätfälle.

De Palma (30) registrierte in 76% seiner Fälle eine Verbesserung des Gelankspalts, bei 24% kam es zu keiner Veränderung. Zu einer Verschlechterung kam es in keinem Fall.

Bei Detenbeck (9) gab es 43 mal eine Verbesserung des Gelenkspalts, 9 mal blieb er unverändert bzw. verschlechterte sich. In 7 Fällen blieb ein bereits bestehender befriedigender Gelenkspalt erhalten.

Wir selbst beschränkten uns angesichts der in der Literatur vorhandenen Vielzahl subjektiver Röntgendarstellungen auf ein exaktes meßtechnisches Vorgehen, um auf diese Weise unter weitgehender Ausschaltung des subjektiven Faktors eine objektivere Basis für eine vergleichende Untersuchung zu schaffen, sowie ein präziseres Bild im Detail vom Leistungsvermögen der ITVO zu erhalten.

Auffallend bei unseren eigenen Ergebnissen ist, daß trotz deutlicher durchschnittlicher Verbreiterung des Gesamtgelenkspalts es im zentralen Bereich postoperativ zu einer Verschmälerung kam, die sich zwar bis zur Nachuntersuchung wieder etwas öffnete, jedoch deutlich unter dem präoperativen Wert blieb. Dieser Wert im Pfannenzentrum zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag mit 3,95 mm sehr nahe bei dem entsprechenden Wert an der Pfannenecke mit 4,08 mm im Gegensatz zu der großen präoperativen Differenz von 0,58 mm. Die zunehmende Verringerung der entsprechenden Standardabweichungen über den gesamten Untersuchungszeitraum in allen Vektorenbereichen weist hin auf die Angleichung der Gelenkspaltbreiten innerhalb der einzelnen Hüftgelenke als

auch hinsichtlich der Gesamtheit der Hüftgelenke. So konnte in vielen Fällen der auf der Pfannenecke lastende Gelenkdruck umverteilt werden auf ein größeres Areal, was in entsprechend gelagerten Fällen zu einer Belastung vorher nicht belasteter Bereiche führte und somit zu einer nominellen Reduktion des zentralen Gelenkspalts. Der bis zur Nachuntersuchung zu verzeichnende Zuwachs in allen Gelenkspaltbereichen dokumentiert den durch die Varisierung induzierten Regenerationsprozeß.

Bei dem Krankengut von Hirsch (16) kam es im Gegensatz zu unserem postoperativ auch zentral zur Gelenkspaltverbreiterung, eine Angleichung des Gelenkspalts bei den verschiedenen Vektoren fand jedoch nicht statt. Insbesondere konnte die Pfannenecke nur vergleichsweise gering entlastet werden. Die Standardabweichung zeigte keine abnehmende Tendenz.

b) Echte Knorpelregeneration oder Täuschung?

Die von den verschiedenen Autoren beschriebene Verbreiterung und Kongruenzverbesserung des Gelenkspalts nach der Operation kann jedoch die Diskussion über die Bewertung dieses Vorgangs nicht erübrigen.

Eine Reihe kritischer Stimmen stellte den postoperativ breiteren Gelenkspalt als Folge der postulierten Knorpelregeneration in Frage und machte meßtechnische Gründe für für das beobachtete Erscheinungsbild verantwortlich.

Ein Hauptgrund für diese Annahme liegt auch in der von uns gemachten Feststellung, daß bereits unmittelbar postoperativ eine deutliche Gelenkspaltverbreiterung feststellbar ist, die nicht mit einer Knorpelregeneration erklärt werden kann. Guilleminet (11) fand diese postoperative Verbreiterung auch bereits auf präoperativen Aufnahmen in Abduktionsstellung. Arden (2) beschrieb radiologische Veränderungen des Gelenkspalts und stellte die Überlegung an, daß die Zunahme des Gelenkspalts nicht notwendigerweise ein Zeichen von Knorpelregeneration, sondern eher ein Zeichen fehlerhafter radiologischer Technik sei. In einer ersten Arbeit räumte Hirsch (15) ebenfalls die Möglichkeit ein, daß die Veränderung im röntgenologischen Erscheinungsbild dem Stellungswechsel des Femurkopfes nach der Osteotomie zuzuschreiben sei. Zu einer ähnlichen Auffassung kam Hermodsson (13), so daß konsequenterweise eine Zunahme des Gelenkspalts nicht notwendigerweise eine tatsächliche Zunahme in der Dicke des Gelenkknorpels bedeute.

Demgegenüber sei hier wiederholt, daß wir und die meisten Befürworter einer tatsächlichen Knorpelregeneration eine unmittelbar postoperative Gelenkspaltverbreiterung feststellten, die auf die Stellungsänderung von Kopf und Pfanne zueinander zurückzuführen ist: gesunder Knorpel tritt an die Stelle von verbrauchtem

Knorpel. Die genauere meßtechnische Erfassung der postoperativen Entwicklung über einen Zeitraum von Jahren, wie sie von Hirsch (16) und uns durchgeführt wurde, konnte den tatsächlichen Zuwachs für diesen Zeitraum bestätigen.

Heimgartner (14) erfaßte in seiner Studie die zeitlich individuell unterschiedliche Öffnungstendenz der verschiedenen Gelenkspalte nach der Operation wie oben dargestellt.

Nissen (28) kommt zu dem Ergebnis, daß die progressive Zunahme des oberen Gelenkspalts, die so oft nach der Osteotomie gesehen werde, nur eines bedeuten könne: Wiederherstellung des geschädigten Gelenkknorpels trotz fortdauernder Belastung. Er ging dabei von einem Beobachtungszeitraum von mindestens 2 bis 3 Jahren aus.

De Palma (30) hat mehrere Beispiele gesehen, wo eine leichte augenscheinliche Gelenkspaltverbreiterung bemerkt wurde sofort postoperativ um später von einer fortschreitenden Zunahme des wahren Gelenkspalts gefolgt zu werden. Er gewann den Eindruck, daß beides operationsbedingt sei.

Schneider (40) führte ebenfalls die Verbesserung des Gelenkspalts auf eine echte Knorpelregeneration zurück. Das Studium seiner Fälle im zeitlichen Längsschnitt über viele Jahre mit durchschnittlich 5 postoperativen Röntgenkontrollen lasse keine andere Interpretation zu. Bei gleicher Lage des Patienten und senkrechtem Zentralstrahl gebe es kaum Projektionsfehler. Aufnahmen in Abduktion,

in Flexion und unmittelbar postoperativ, eventuell noch in Narkose, könnten zu breite Gelenkspalten ergeben, die nicht der Wirklichkeit beim Gehen entsprächen.

4. Sklerosesaum

Veränderungen des Sklerosesaums bei unserem Patientengut kamen nur in die Bewertung, wenn sie sich in der Größenordnung der geringsten vorgegebenen Abstände im vektoriellen Bezugssystem bewegten. Veränderungen darunter, die vom Aspekt her bereits als solche imponierten, wurden nicht berücksichtigt.

Die anderen Autoren bedienten sich keines meßtechnischen Verfahrens zur Bewertung der Entwicklung des Sklerosesaums, sondern gingen rein vom Aspekt aus.

Schneider (40) sprach von 72 Verbesserungen, 21 Konstanzen und 3 Verschlechterungen der Sklerosierungen.

Heimgartner (14) bezifferte die Regressionstendenz der Sklerose mit 11%.

Hirsch (16) stellte sowohl am Kopf wie an der Pfanne signifikante Verbesserungen der Sklerosierungen fest.

De Palma (30) fand 65 Verbesserungen, 28 unverändert und 7 Verschlechterungen.

Bei Detenbeck (9) war gewöhnlich die Verbesserung des Gelenkspalts von einer Verringerung sklerotischer Veränderungen begleitet.

Bei Scheck (38) zeigten die Röntgenbilder bei den erfolgreichen Operationen eine generelle Verringerung der Sklerosierung der Pfanne.

Vasey (Morscher (25)) machte die frappierende Feststellung, daß in der Gruppe erfolgreicher Osteotomien die Formen, die keine oder kaum eine reaktive Sklerosierung zeigten, fast nicht vorkamen. Demnach sei ein reaktiver Sklerosierungssaum als günstiges röntgenologisches Zeichen zu bewerten.

M.E. Müller (26) stellte fest, daß bei richtig ausgewählten Fällen auch bei fortgeschrittenen Coxarthrosen es nach der Varisierung zu einem Verschwinden der sklerotischen Zonen am Pfannendach kommt. Je kleiner die Belastungsfläche und je größer der Druck, desto schmäler und höher wird die sklerotische Zone.

Bei uns ist es in der Regel auch in den Fällen, in denen es zu einer Verbreiterung des Sklerosesaums kam, zu einer Verringerung der Höhe desselben insbesondere im Maximalbereich gekommen. Es konnte also in diesen Fällen an der Normalisierung der Sklerosierungszone die gleichmäßigere Auslastung des Gelenks abgelesen werden.

Die auffallende Verbreiterung des Sklerosierungssaums bei den Beckenosteotomien nach Chiari ist einerseits in der Vertiefung der Pfanne zu sehen, andererseits läßt sich daraus ersehen, daß die willkürlich neu geschaffene

Pfannenecke in der Lage ist, sich der neuen Aufgabe anzupassen.

5. Cysten

Die Abbildung 6 veranschaulicht die deutliche Regressionstendenz der Cysten bei unserem Patientengut. Auffallend ist die deutlich stärkere Regressionstendenz im Pfannenbereich im Vergleich zum Kopfbereich. Nicht unmittelbar ersichtlich aus dem Schema ist die absolute Zahl der Fälle, in denen Cysten zum Verschwinden gebracht werden konnten bzw. in denen neue entstanden sind. Beide sind subsumiert in der Darstellung der relativen Entwicklungstendenz.

Andere Autoren kamen zu folgenden Ergebnissen:

Schneider (40)zählte in seiner tabellarischen Aufgliederung 74 Verbesserungen, 20 Konstanzen und 2 Verschlechterungen.

Sikora (43) ging zwar auf die Cystenrückbildung in Pfanne und Femurkopf ein, begnügte sich aber mit der genannten Einbringung in die Röntgengesamtdarstellung.

Heimgartner (14) kam zu einer Regressionstendenz der Cysten von 52%.

Bei Hirsch (16) halten sich die Verbesserung an Kopf und Pfanne etwa die Waage, wie auch die Entwicklung analog der Sklerosierung verläuft.

Etwas günstiger als der Sklerosesaum schnitt bei de Palma (30) die Entwicklung der Cysten ab: 69 Verbesserungen stehen 28 Konstanzen und 3 Verschlechterungen gegenüber.

Harris (12) stellte die Entwicklung der Cysten von Früh- und Spätfällen einander gegenüber. Dabei kam es in den Frühfällen zu einem Rückgang ausgeprägter cystischer Erscheinungsformen von 50% auf 20%, bei den Spätfällen von 72% auf 28%. In beiden Gruppen bestand also eine deutliche Heilungstendenz, im Gegensatz zum Gelenkspalt, wo, wie beschrieben, die Frühfälle wesentlich günstiger abschnitten.

Bei Detenbeck (9) war auch die Verringerung der Cysten gewöhnlich eine Begleiterscheinung der Verbesserung des Gelenkspalts.

Guilleminet (11) hat bei 18 von 48 Varisierungsosteotomien nach Pauwels, die mehr als ein Jahr zurücklagen, einen deutlichen Rückgang der Cysten festgestellt.

Wir konnten also übereinstimmend mit allen anderen Autoren bei allen beschriebenen Osteotomieformen im intertrochanteren Bereich bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine deutliche Regression der Cysten feststellen. Unterschiedlich waren die Ergebnisse hinsichtlich der Verteilung der Regression an Kopf und Pfanne. Die geringe Zahl der beschriebenen Fälle läßt jedoch eine Deutung nicht zu.

6. Osteophyten

Den geringsten Raum bei der Bewertung der postoperativen Entwicklung der Coxarthrosezeichen nehmen bei den verschiedenen Autoren die Osteophyten ein. Ihr Verhalten wird nur bei sehr wenigen überhaupt erwähnt. Dies liegt wohl an der erwartungsgemäß geringen Regressionstendenz der Osteophyten.

Nur de Palma (30) schreibt von einer geringen Verbesserung der Osteophyten. Den 10 Verbesserungen stehen jedoch 14 Verschlechterungen gegenüber. 76 mal blieben die Osteophyten unverändert.

Bei Heimgartner (14) wiesen die Osteophyten keine Rückbildung auf.

Nissen (29) kommt ebenfalls zu der Feststellung, daß die peripheren Osteophyten unverändert bleiben. Bereits einen Stillstand von Osteophyten wertet er als Erfolg.

So besehen ist die Entwicklung der Osteophyten bei unserem Patientengut als Erfolg zu werten. Zwar konnte ein Neuauftauchen in einer Reihe von Fällen nicht verhindert werden, das Verschwinden in einigen Fällen beweist jedoch auch die Reversibilität von Osteophyten, wenngleich insgesamt gesehen ihr Fortschreiten nur hinausgezögert werden konnte. Etwas günstiger schnitten hierbei die Osteophyten am Pfannenerker im Vergleich zu denen am Kopf sowohl cranial wie caudal ab.

7. Vergleich der ITVO beim Erwachsenen mit anderen intertrochanteren Osteotomien

Zu diesem Vergleich können wir keine eigenen Ergebnisse beitragen, da sich unsere Untersuchung auf die ITVO beschränkte. Wir können in diesem Zusammenhang nur auf die theoretische Begründung der ITVO bei der Coxarthrose aus der Biomechanik des Hüftgelenks verweisen.

Unverkennbar ist jedoch der Tenor der Untersuchungen, in denen die ITVO neben anderen ITO's erfaßt wurde. Die ITVO schnitt in ihren Resultaten jeweils am günstigsten ab.

In der radiologischen Betrachtung von mehr als 2000 Hüftgelenken von Vasey (Morscher (25)) fällt besonders die deutlich geringere Quote an Mißerfolgen der ITVO gegenüber anderen ITO's auf. Eine indirekte Bestätigung dieses günstigen Abschneidens der ITVO geht aus einer Zusammenstellung der radiologischen Operationsergebnisse nach der Ätiologie der Coxarthrose hervor. Hier schnitt die Dysplasiecoxarthrose, die nach übereinstimmender Auffassung am engsten mit der ITVO verknüpft ist, am günstigsten ab.

Detenbeck (9) stellte die Gesamtergebnisse von 36 Varisierungs- und 23 Valgisierungsosteotomien einander gegenüber. Dabei kam es bei den Varisierungen zu 4 unbefriedigenden Ergebnissen im Vergleich zu 8 bei den

Valgisierungen. Dieses Ergebnis erlaubt eine Betrachtungsweise aus radiologischer Sicht, da eine hohe Korrelation zwischen klinischen und radiologischen Ergebnissen bestand.

Noch deutlicher ist die Diskrepanz im radiologischen Verlauf zwischen Varisierung und Valgisierung bei Plaaß (36). Bei den Varisierungen gab es 60% gute, 31% mäßige und 9% schlechte radiologische Verläufe. Bei den Valgisierungen gab es 23% gute, 40% mäßige und 27% schlechte Verläufe.

Sikora (43) bezeichnete die ITVO bei Coxarthrose als einen der wirksamsten und für die Mehrzahl der Fälle zuverlässigsten Eingriffe.

Bei dem kleinen Patientengut von Harris (12), bei dem eine Varisierung bzw. Valgisierung ohne Keilentnahme durchgeführt wurde, entstand der starke Eindruck, daß die Varisierungsosteotomie den Heilungsprozeß stärker anrege als die Valgisierungsosteotomie.

Aus dem guten Abschneiden der ITVO läßt sich nun nicht die Forderung der grundsätzlichen Anwendung dieser Methode zur Therapie der Coxarthrose ableiten. Pauwels (33) selbst bezeichnete es als einen großen Irrtum, anzunehmen, daß zum Beispiel bei Subluxation des Schenkelkopfes in jedem Falle eine varisierende Adduktionsosteotomie indiziert sei, ein Fehlschluß, der schon oft zu Mißerfolgen geführt habe, die fälschlicherweise der Methode zur Last

gelegt würden. Wenngleich in einem hohen Grad der Fälle zum Beispiel von Dysplasiecoxarthrosen die ITVO zum Erfolg führt, so ist in jedem Einzelfall zu prüfen, ob durch diesen Eingriff die Tragfläche - eine für den Gelenkdruck mitverantwortliche Größe von hohem Rang - tatsächlich vergrößert werden kann.

Pauwels (32) demonstrierte an einem geeigneten Beispiel die Notwendigkeit der Valgisierung zur Vergrößerung der Tragfläche. Die ITVO kommt dort mit hoher Effizienz zum Tragen, wo sie unter voller Berücksichtigung der biomechanischen Grundlagen zur Anwendung gelangt. In Zweifelsfällen, in denen die für die Kongruenz günstigste Position nicht sicher bestimmbar ist, sollte der Varisierung der Vorzug gegeben werden. Diese Auffassung vertreten auch Plaaß (36) und Sikora (43). Denn auch die übrigen für den Gelenkdruck verantwortlichen Kräfte lassen sich durch sie am wirksamsten reduzieren.

8. Gesamtbeurteilung

Mit der ITVO konnte bei unserem Patientengut eine deutliche Besserung bzw. Rückbildung der röntgenologischen Coxarthrosezeichen erzielt werden. Auffallend günstig war die Entwicklung des Gelenkspalts hinsichtlich seines Kongruenzverhaltens. Eine ebenfalls gute Beeinflußbarkeit zeigten die Cysten an Kopf und Pfanne

und der Sklerosierungssaum am Pfannendach. Geringe Regression bei insgesamt leicht fortschreitender Tendenz zeigten die Osteophyten. Diese unterschiedliche Beeinflußbarkeit der verschiedenen Coxarthrosezeichen entspricht den Angaben in der Literatur unabhängig von der Art der intertrochanteren Osteotomie.

Eine Präzisierung und damit Objektivierung röntgenologischer Ergebnisse konnte durch exaktes meßtechnisches Vorgehen erzielt werden. Jedoch konnten auch die Grenzen meßtechnischer Verfahren aufgezeigt werden. So waren die gemessenen Winkel zwar wertvolle Hilfsmittel bei der Diagnosestellung, für die Beseitigung einer gestörten Biomechanik waren aber nicht physiologische Normwerte, sondern die Orientierung an den Gelenkverhältnissen in jedem Einzelfall vorrangig. Eine pathologische Biomechanik des Hüftgelenks läßt sich zwar mit meßtechnischen Verfahren etwa an Hand des CCD- und des CE-Winkels dokumentieren, eine Verlaufskontrolle z.B. von Coxarthrosezeichen allerdings ist nicht möglich. Dazu ist die Abhängigkeit zu ungenau. Außerdem erschwert das vielschichtige Ineinandergreifen und sich gegenseitige Beeinflussen des pathogenetischen Geschehens die isolierte Darstellung von Abhängigkeiten.

Einigkeit besteht hinsichtlich des günstigen Abschneidens der Varisierung im Vergleich mit anderen intertrochanteren Osteotomien. Voraussetzung hierfür ist jedoch

eine präzise Indikationsstellung. Nur bei vollem Wirksamwerden ihrer biomechanischen Möglichkeiten ist die ITVO in der Lage, die von ihr theoretisch zu erwartende Wirkung zu erzielen.

Die günstigen Ergebnisse der ITVO dürfen jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß oftmals unter geringerer Berücksichtigung biomechanischer Gesichtspunkte beachtliche Ergebnisse erzielt wurden. Dies ruft die Erinnerung an die Bedeutung anderer anerkanntermaßen wirksamer Faktoren bei intertrochanteren Osteotomien wach. Von verschiedenen Autoren wird der biologische Stimulus der Knochendurchtrennung als bedeutsamste Wirkung der intertrochanteren Osteotomie für reparative Umbauvorgänge betrachtet. Aber selbst wenn sich die Wirkungsanteile mechanischer Faktoren nicht genau quantifizieren lassen, sollten diese in jedem Fall voll ausgeschöpft werden.

E. ZUSAMMENFASSUNG

Anhand von 75 erwachsenen Patienten, an denen 102 intertrochantere Varisierungsosteotomien mit 12 ergänzenden Beckenosteotomien nach Chiari durchgeführt wurden, wurde die radiologische Entwicklung nach der Operation und über einen durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 4 Jahren durch exaktes meßtechnisches Vorgehen erfaßt.

Es konnte eine deutliche Regression von Coxarthrosezeichen in der von anderen Autoren beschriebenen Verteilungscharakteristik erzielt werden. Auffallend ist die durch vektorielle Messung objektivierte Kongruenzverbesserung des Gelenkspalts auch im Hinblick auf die Nachuntersuchungsergebnisse anderer intertrochanterer Osteotomien.

Die Bedeutung physiologischer Normwerte wie des CCD-Winkels tritt zurück hinter der dem Einzelfall angepaßten Korrektur der biomechanischen Gegebenheiten.

Der Versuch zur isolierten Darstellung von Abhängigkeitsverhältnissen radiologischer Coxarthroseparameter und meßtechnischer Normgrößen scheiterte an dem vielschichtigen Coxarthrosegeschehen.

Die übereinstimmende Auffassung hinsichtlich des günstigen Abschneidens der intertrochanteren Varisierungsosteotomie im Vergleich mit anderen intertrochanteren Osteotomien kann nur Rechtfertigung bei richtiger Indikationsstellung erfahren.

F. LITERATURVERZEICHNIS

1 Adam, A.
Spence, A.J.
Intertrochanteric osteotomy for osteoarthritis of the hip
J. Bone Joint Surg. 40B (1958), S. 218

2 Arden, G.P.
Variations in joint space of the hip as shown radiographically
J. Bone Joint Surg. 39B (1957), S.750

3 v. Baeyer, H.
Operative Behandlung von nicht reponierten angeborenen Hüftverrenkungen
Münch. med. Wschr. 65 (1918), S. 1218

4 Barton, John Rhea
On the treatment of ankylosis by the formation of artificial joints-new operations
North Amer. Med. Surg. J. 1 (1827), S. 279

5 Bernbeck, R.
Aussprache zum Torsionsproblem der Hüftluxation
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 37. Kgr. (1949), S. 201

6 Chiari, K.
Beckenosteotomie zur Pfannendachplastik
Wien. med. Wschr. (1953), S. 707

7 Chiari, K. — Spätergebnisse nach Beckenosteotomie - Verhütung der Präarthrose Zschr. Orthop. 112 (1974), S. 603

8 Cotta, H. — Präarthrose und präarthrotische Deformität, eine Studie zur Erweiterung des Begriffs von Hackenbroch Zschr. Orthop. 112 (1974), S. 8

9 Detenbeck, L.C. Coventry, M.B. Patrick, J. Kelly — Intertrochanteric osteotomy for degenerative arthritis of the hip Clin. Orthop. and Rel. Res. 86 (1972), S. 72

10 Gant, F.J. — Subcutaneous osteotomie below the trochanters Brit. M. J., Lond. (1879), S. 606

11 Guilleminet, MM. Lapras, A. — L'osteotomie de varisation de F. Pauwels dans le traitement de la coxarthrose Revue de Chir. Orthop. et réparatrice de l'app. mot. 46 (1960), S. 683

12 Harris, N. Kirwain, E.O.G. — The results of osteotomy for early primary osteoarthritis of the hip J. Bone Joint Surg. 46B (1964), S. 477

13 Hermodsson, I. — Roentgen appearance of coxarthrosis, Acta Orthop. Scand. 41 (1970), S. 129

14 Heimgartner, E. — Die Evolution der Coxarthrose nach intertrochanterer Osteotomie (unter besonderer Berücksichtigung des Röntgenbildes) Zschr. Orthop. 107 (69/70), S. 93

15 Hirsch, C. — Intertrochanteric osteotomy in Osteoarthritis of the hip Acta Orthop. Scand. 30 (1960) S. 129

16 Hirsch, C. Goldie, I. Ryba, W. — Intertrochanteric osteotomie of the hip. A radiological evaluation Clin. Orthop. and rel. Res. 86 (1972), S. 63

7 Jentschura, G. — Über die praktische Anwendung der Methode Wibergs für die Beurteilung der kongenitalen Dysplasie des Hüftgelenks beim Erwachsenen Zschr. Orthop. 80 (1951), S. 34

18 Kaufmann, L. — Zur Ätiologie der Coxarthrose Arch. Orthop. Unfall-Chir. 53 (1962), S.164

19 Keyl, R. — Osteotomie bei Hüftluxation Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 37. Kgr. (1949), S. 280

0 Kirmisson, E. — De l'osteotomie sous-trochantérienne appliqué à certains cas de luxation de la hanche Rev. Orthop. 5 (1894), S. 137

21 v. Lanz, T. — Anatomie und Entwicklung des menschlichen Hüftgelenkes Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 37 Kgr. (1949), S. 7

22 Lorenz, A. — Behandlung irreponibler Hüftverrenkungen oder Schenkelhalsfrakturen (Bifurkation des oberen Femurendes) Wien. klin. Wschr. 32 (1919), S. 997

23 Mau, H. — Grundlagen und Probleme der intertrochanteren Adduktions- und Detorsionsosteotomie bei der Behandlung der Hüftdysplasie Arch. Orthop. Unfall-Chir. 53 (1962), S. 524

24 v. Mayer, A. — Historische und statistische Notizen. Die von Dr. Mayer verrichteten Osteotomien Dtsch. Klin. von Göschen VIII (1856), S. 119

25 Morscher, A. — Die intertrochantere Osteotomie bei Coxarthrose, Analyse und Auswertung von 2251 nachuntersuchten intertrochanteren Osteotomien Hans Huber, Bern-Stuttgart-Wien, (1971)

26 Müller, M.E. — Die hüftnahen Femurosteotomien Thieme, Stuttgart, (1971)

27	Mc Murray, T.P.	Osteoarthritis of the hip joint Brit. J. Surg. 22 (1935), S. 716
28	Nissen, K.	The arrest of primary osteoarthritis of the hip J. Bone Joint Surg. 42B (1960), S. 423
29		The arrest of early primary osteoarthritis of the hip by osteotomy Proc. Roy. Soc. Med. 56 (1963), S. 1051
30	De Palma, A. Rothman, R. Klemek, J.	Osteotomy of the proximal femur in degenerative arthritis Clin. Orthop. 73 (1970) S. 115
31	Pauwels, F.	Grundsätzliches über Indikation und Technik der Umlagerung bei Schenkelhalspseudarthrose Langenbeck's Arch. klin. Chir. 262 (1949), S. 404
32		Über eine kausale Behandlung der Coxa valga luxans Zschr. Orthop. 79 (1950), S. 305
33		Neue Richtlinien für die operative Behandlung der Coxarthrose Dtsch. Orthop. Ges. 48 (1960), S. 332

34	Pauwels, F.	Grundsätzliches zur kausalen Behandlung der Coxarthrose Med. et Hyg. 592 (1963), S. 363
35		Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates Springer, Berlin-Heidelberg-New York (1965)
36	Plaaß, U.	Spätergebnisse nach intertrochanteren Osteotomien Zschr. Orthop. 112 (1974), S. 699
37	Schanz, A.	Zur Behandlung der veralteten angeborenen Hüftverrenkung Vern. Dtsch. Orthop. Ges. 16. Kgr. (1922), S. 156
38	Scheck, M.	Roentgenographic changes of the hip joint following extraarticular operations for degenerative osteoarthritis J. Bone Joint Surg. 52A (1970), S. 99
39	Schlegel, K.F.	Die intertrochantere Osteotomie Handbuch der Orthopädie, Band IV, Teil 1, Thieme, Stuttgart (1961), S. 158
40	Schneider, R.	Mehrjahresresultate eines Kollektivs von 100 intertrochanteren Osteotomien bei Coxarthrose Helv. chir. Acta 33 (1966), S. 185

41 Schulze, H.
Krämer, J.
Ergebnisse der Beckenosteotomie nach Chiari
Zschr. Orthop. 113 (1975), S. 891

42 Severin, F.
Spätresultate unblutiger Behandlung von Luxatio coxae congenita
Zschr. Orthop. 74 (1943), S. 52

43 Sikora, J.
Die intertrochantere Varisations- und Verschiebeosteotomie bei Coxarthrose
Helv. Chir. Acta 5 (1968), S. 535

44 Wiberg, G.
Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint
Acta Chir. Scand. Supp. 58 (1939)

45 Zahradnicek, J.
Causes d'échecs du traitement sanglant de la luxation congénitale de la hanche
Slov. sborn. ortop. (1936), S. 49

46 Zenker, H.
Fischer, V.
Ergebnisse der Beckenosteotomie nach Chiari
Zschr. Orthop. 112 (1974), S. 105

LEBENSLAUF

Am 24. 3. 1950 wurde ich als Sohn der Eheleute Maria Kretz, geb. Tiefenbrunner, und Franz Kretz in Pförring geboren.

Von 1956 bis 1960 besuchte ich in Ingolstadt die Grundschule. Im Anschluß daran wechselte ich an das örtliche Christoph-Scheiner-Gymnasium über, wo ich im Juni 1969 im neusprachlichen Bereich die Reifeprüfung ablegte.

Unmittelbar nach dem Abitur wurde ich zur Bundeswehr eingezogen, bei der ich bis Ende 1970 meinen Grundwehrdienst ableistete.

Zum Sommersemester 1971 begann ich an der Universität München mit dem Medizinstudium, das ich hier auch am 28. 7. 77 mit dem Staatsexamen abschloß.

Nachdem ich die Medizinalassistentenzeit am 30. 4. dieses Jahres beendet habe, erhielt ich am 9. 7. 79 die Approbation als Arzt.

Herrn Professor Dr. H.J. Refior, Oberarzt der Orthopädischen Universitätsklinik München, danke ich für die Überlassung des Themas, Übernahme des Referats und die freundliche Korrektur der Arbeit.

Herrn Professor Dr. A.N. Witt, Direktor der Orthopädischen Universitätsklinik München, gilt mein Dank für die Übernahme des Korreferats.